

# 火力楠和红苞木幼林的土壤肥力研究

谢腾芳, 薛立, 王相娥, 傅静丹, 郑卫国

(华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

**摘要:** 对选定的火力楠幼林和红苞木幼林的土壤物理性质、土壤养分特点、微生物和酶活性进行了对比研究。结果表明, 火力楠林的土壤容重显著小于对照, 土壤毛管孔隙和总孔隙的比例及土壤毛管持水量显著大于后者。红苞木林的土壤容重是火力楠林的 115%, 土壤毛管孔隙、总孔隙的比例及毛管持水量分别为后者 85%, 87% 和 76%, 而二者的非毛管孔隙相近。2 种林分的土壤有机质、全 N、全 K 和水解 N 含量均显著大于对照, 而全 P、速效 P 和速效 K 含量显著小于后者。二者的土壤 pH 值相近, 均呈强酸性。火力楠林的土壤有机质、全 N、全 P、全 K、水解 N、速效 P 和速效 K 含量分别为红苞木林的 1.29, 1.26, 1.17, 1.02, 1.20, 1.33 和 1.51 倍。火力楠林的土壤细菌、真菌和放线菌数量及土壤脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶活性分别为红苞木林的 1.63, 1.18, 1.72, 1.19, 1.06 和 1.24 倍; 2 种林分的 3 种微生物数量和 3 种酶活性显著大于对照。

**关键词:** 火力楠; 红苞木; 土壤物理性质; 土壤化学性质

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)06-0084-03

中图分类号: S158.3

## Soil Fertilities of Young *Michelia Macclurei* and *Rhodolcia Championii* Stands

XIE Teng-fang, XUE Li, WANG Xiang-e, FU Jing-dan, ZHENG Wei-guo

(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

**Abstract:** The physical characteristics, soil nutrients, microorganism amounts, and enzyme activities of soils were studied in a young *Michelia macclurei* stand and a young *Rhodolcia championii* stand. Soil density in the *Michelia macclurei* stand was significantly smaller than the control, whereas its capillary porosity, total porosity, and capillary moisture capacity were significantly greater than the latter. Soil density in the *Rhodolcia championii* stand was 115% of that in the *Michelia macclurei* stand, whereas its capillary porosity, total porosity, and capillary moisture capacity were 85%, 87%, and 76% of those of the latter, respectively, and capillary porosity of the two stands was close. The content of soil organic matter, total N, total K, and alkalinized N in the two stands were significantly greater than the control, whereas their total P, available P, and available K were significantly smaller than the latter. The soils in the two stands were rather strong in acidity. Soil nutrient contents in the *Michelia macclurei* stand was relatively high and its soil organic matter, total N, total P, total K, alkalinized N, available P, and available K were 1.29, 1.26, 1.17, 1.02, 1.20, 1.33, and 1.51 times those in the *Rhodolcia championii* stand, respectively. The amounts of bacteria, fungi, and actinomycetes and the activities of urease, acid phosphatase, and catalase in the *Michelia macclurei* stand were 1.63, 1.18, 1.75, 1.19, 1.06, and 1.24 times those of the *Rhodolcia championii* stand, respectively, and those in the two stands were significantly greater than the control.

**Keywords:** *Michelia macclurei*; *Rhodolcia championii*; soil physical property; soil chemical property

植物的生长发育与土壤特性密切相关。土壤水分、容重和孔隙等土壤物理因子影响着土壤的持水和植物根系的生长, 是立地质量的重要指标<sup>[1]</sup>。土壤酸碱性影响土壤养分的形成、转化和速效性, 土壤微生物

活动。土壤有机质在微生物、土壤动物、水的淋溶和酶等的作用下发生转化, 影响许多基本的生物和化学过程<sup>[2]</sup>。N, P, K 是植物生长的三大养分, 土壤中 N, P, K 含量是土壤肥力的重要标志。土壤微生物将

收稿日期: 2008-10-10

修回日期: 2009-06-18

资助项目: 广东省林业局科研项目“林分改造优良乡土阔叶树种筛选”(4400-07041)

作者简介: 谢腾芳(1984—), 女(汉族), 广东省博罗县人, 硕士研究生, 主要从事森林培育学和森林生态学研究。E-mail: hs312xtf@126.com。

通信作者: 薛立(1958—), 男(汉族), 湖南省桃江县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事森林培育学和森林生态学研究。E-mail: forxue@scau.edu.cn。

有机质分解后释放养分,在土壤的生化循环过程中起重要作用<sup>[3]</sup>,森林土壤酶能催化经土壤中复杂的有机物质,促进生态系统的养分循环<sup>[4-5]</sup>。以往对土壤肥力的研究集中于成熟林<sup>[6-10]</sup>,而幼林林地的土壤状况鲜见报道<sup>[11-13]</sup>。火力楠(*Michelia macclurei* Dandy)树形美观,枝叶茂密,而红苞木(*Rhodolcia championii* Hook. F.)花美色艳,花期较长,二者均是南方重要的绿化树种。本研究对火力楠和红苞木幼林的土壤物理性质、化学性质、微生物数量及酶活性进行对比分析,可以为合理使用土壤资源提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在广东省惠州市惠城区小金口镇,地处北回归线以南,属亚热带季风气候。年平均气温在19.5℃~22.1℃,7月份平均气温28.3℃,1月份平均气温13.1℃,极端最高气温38.9℃,极端最低气温-1.9℃,积温7 620.6℃,无霜期为350~357 d,占全年总天数约97%,年平均降雨量1 690~2 380 mm,多集中在4~9月份,占年降雨量的80%~85%。土壤属酸性赤红壤。原有植被主要为马尾松次生林和飞播林,发生火灾后退化成草草地,植物种类以铁芒箕(*Dicranopteris dichotoma*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、芒草(*Miscanthus sinensis*)等为主。

### 1.2 试验样地的设置

2003年在试验地上按10 000株/hm<sup>2</sup>种植火力楠和红苞木1年生幼苗,各设立面积为20 m×20 m的样地1个,3个重复,并保留1个20 m×20 m的样地作为对照。样地坡向为SW45°,坡度为30°。2007年在样地内调查幼林的胸径、树高和冠幅,结果见表1。

表1 试验幼林的概况

林分	平均胸径/cm	平均树高/m	平均冠幅/m
火力楠	3.0	3.7	1.8
红苞木	2.1	3.1	1.3

### 1.3 土壤调查

2003年和2007年分别在照样地、火力楠和红苞木样地内用容积为100 cm<sup>3</sup>的环刀在0~40 cm土层采取原状土样,重复3次,带回实验室测土壤容重和进行其它土壤物理性质的测定。在样地内5点采取土样,取样深度为0~40 cm,将5个土样充分混合后带回实验室。将水土以2.5:1.0混合后用pH计测定土壤pH值;土壤含水量用酒精燃烧法测定;有机质用重铬酸钾容量法测定;全氮用半微量凯氏法测定;以氢氧化钠碱熔法提取土壤待测液后,用钼锑抗比色法测全磷;以氢氧化钠碱熔提取土壤待测液后,火焰光度法测定全钾;用碱解扩散法测定水解N;以0.5 mol/L的碳酸氢钠提取土壤样品后,用钼蓝比色法测定速效P;以1 mol/L的中性醋酸钠提取土壤样品后,用火焰光度计测定速效K<sup>[14]</sup>。土壤微生物计数用稀释平板法测定<sup>[15]</sup>。脲酶用扩散法,酸性磷酸酶用磷酸苯二钠比色法,过氧化氢酶用高锰酸钾滴定法测定<sup>[16]</sup>。所有样品做3个重复。

对2种林地和对照的土壤数据进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤物理性质

火力楠林的土壤容重显著小于对照和红苞木林的土壤容重( $P < 0.05$ ),土壤毛管孔隙和总孔隙的比例及土壤毛管持水量显著大于后二者( $P < 0.05$ ),而2种林分及对照的非毛管孔隙度相近(表2)。土壤自然含水量呈现红苞木林>火力楠林>对照。

表2 土壤物理性质(平均值±标准差)

林分	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )	毛管孔隙/%	非毛管孔隙/%	总孔隙/%	土壤含水量/%	土壤毛管持水量/%
对照	1.50±0.03 <sup>a</sup>	35.4±0.6 <sup>b</sup>	6.9±0.7 <sup>a</sup>	42.3±1.2 <sup>b</sup>	14.2±0.4 <sup>c</sup>	23.6±0.8 <sup>b</sup>
火力楠	1.33±0.05 <sup>b</sup>	43.3±1.7 <sup>a</sup>	6.5±1.3 <sup>a</sup>	49.8±1.7 <sup>a</sup>	18.2±0.2 <sup>b</sup>	32.6±2.2 <sup>a</sup>
红苞木	1.50±0.01 <sup>a</sup>	37.0±0.7 <sup>b</sup>	6.4±0.4 <sup>a</sup>	43.4±0.4 <sup>b</sup>	21.4±0.2 <sup>a</sup>	24.7±0.6 <sup>b</sup>

注:采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT法)进行多重比较,不同字母表示差异显著,检验的显著性水平为 $P = 0.05$ ;下同。

### 2.2 土壤化学性质

火力楠林和红苞木林的土壤均呈强酸性,二者与对照无显著差异(表3)。2种林分的土壤有机质、全N、全K和水解N含量显著大于对照( $P < 0.05$ ),而全P、速效P和速效K含量显著小于后者( $P < 0.05$ );火力楠林的土壤有机质、全N、全P、水解N、

速效P和速效K含量分别比红苞木林高29%、26%、17%、20%、33%和51%,达到显著水平( $P < 0.05$ ),二者的全K含量无显著差异。林地养分主要来源于凋落物回归。火力楠林的土壤有机质和养分含量比红苞木林高,说明其林分凋落物回归的养分较多,改善土壤肥力的效果较好。

表 3 土壤化学性质(平均值±标准差)

林分	pH	有机质/ (g ° kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g ° kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g ° kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g ° kg <sup>-1</sup> )	水解氮/ (mg ° kg <sup>-1</sup> )	有效磷/ (mg ° kg <sup>-1</sup> )	有效钾/ (mg ° kg <sup>-1</sup> )
对照	4.51±0.06 <sup>a</sup>	15.64±0.89 <sup>c</sup>	0.69±0.05 <sup>c</sup>	0.27±0.02 <sup>a</sup>	15.40±0.35 <sup>b</sup>	45.63±2.97 <sup>c</sup>	2.57±0.29 <sup>a</sup>	58.87±3.65 <sup>a</sup>
火力楠	4.52±0.01 <sup>a</sup>	30.09±0.25 <sup>a</sup>	1.29±0.03 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>b</sup>	21.15±0.09 <sup>a</sup>	103.19±0.76 <sup>a</sup>	2.12±0.09 <sup>b</sup>	47.23±1.39 <sup>b</sup>
红苞木	4.57±0.00 <sup>a</sup>	23.33±0.39 <sup>b</sup>	1.03±0.07 <sup>b</sup>	0.17±0.00 <sup>c</sup>	20.69±0.27 <sup>a</sup>	86.34±0.71 <sup>b</sup>	1.60±0.10 <sup>c</sup>	31.35±1.04 <sup>c</sup>

### 2.3 土壤微生物和酶活性

土壤微生物将有机质分解后释放养分,保证了养分的循环。火力楠林和红苞木林的土壤细菌、真菌、放线菌数量、土壤脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶活性均显著大于对照(表 4)。

火力楠林的土壤细菌和放线菌数量分别为红苞木林的 1.63 和 1.75 倍,显著大于后者( $P < 0.05$ ),而真菌数量比后者大 18%,但是二者无显著差异。土壤微生物所需的营养物质大部分直接或间接来自

有机质,火力楠林的较为丰富的有机质促进了微生物的发育。植物根系及其残体、土壤动物及其遗骸和微生物所分泌的酶,在土壤有机质积累和养分循环中起到重要作用。火力楠林的土壤脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶活性分别比红苞木林增加了 19%,6%和 24%,达到显著水平( $P < 0.05$ )。脲酶活性的增强促进了土壤中氮的释放,土壤磷酸酶活性的提高增加土壤磷的有效性,而过氧化氢酶活性的增强有利于土壤腐殖质合成和土壤有机质的积累。

表 4 土壤微生物和酶活性(平均值±标准差)

林分	细菌/ (10 <sup>6</sup> 个 ° g <sup>-1</sup> )	真菌/ (10 <sup>4</sup> 个 ° g <sup>-1</sup> )	放线菌/ (10 <sup>5</sup> 个 ° g <sup>-1</sup> )	脲酶/ (mg ° kg <sup>-1</sup> ° d <sup>-1</sup> )	磷酸酶/ (mg ° kg <sup>-1</sup> ° h <sup>-1</sup> )	过氧化氢酶/(0.1mol ° L <sup>-1</sup> KMnO <sub>4</sub> ml ° g <sup>-1</sup> ° h <sup>-1</sup> )
对照	1.3±0.1 <sup>c</sup>	1.8±0.1 <sup>b</sup>	3.4±0.4 <sup>c</sup>	49.8±2.3 <sup>c</sup>	80.6±2.7 <sup>c</sup>	0.83±0.04 <sup>c</sup>
火力楠	7.1±0.4 <sup>a</sup>	17.7±3.8 <sup>a</sup>	26.7±4.5 <sup>a</sup>	147.4±2.6 <sup>a</sup>	331.8±2.6 <sup>a</sup>	1.32±0.05 <sup>a</sup>
红苞木	4.4±0.2 <sup>b</sup>	15.0±3.0 <sup>a</sup>	15.5±0.2 <sup>b</sup>	124.1±2.6 <sup>b</sup>	314.1±1.2 <sup>b</sup>	1.07±0.05 <sup>b</sup>

## 3 结论

(1) 尽管处于幼林阶段,由于密度大,林分对于土壤表现出一定的影响。与 2003 年设立的样地相比,火力楠林的土壤容重显著小于后者,而土壤毛管孔隙和总孔隙的比例及土壤毛管持水量显著大于后者,这与因其地表森林凋落物的积累而产生的有机质含量较高有关。随着林木生长,林分通过凋落物的积累和根系伸展,使土壤容重减小,毛管空隙度增加,容蓄水能力增强。红苞木林的以上指标与对照无显著差异,表明其对土壤物理性质的影响不如火力楠林。

(2) 与对照的土壤养分相比,两个林地的土壤有机质、全 N、全 P 和水解 N 大幅增长,而全 K、速效 P 和速效 K 有不同程度的下降。说明林分通过凋落物的归还,丰富了土壤有机质,提高了土壤氮和全磷的水平。另一方面,幼林处于旺盛的生长阶段,可能吸收的磷和钾较多,加上华南地区的气候多雨而引起的钾流失,减少了林地的速效 P 和钾含量。火力楠林的土壤有机质、养分、微生物数量和酶活性均大于红苞木林,表明其对土壤化学性质的影响优于后者。林地养分主要来源于凋落物回归,火力楠林的冠幅较大,枝叶茂密,林分的凋落物较多,因而土壤有机质含

量高。土壤有机质含有各种养分,在有机质缓慢分解过程中逐渐释放出来供植物吸收利用。较高的土壤有机质含量促进了土壤氮、磷、钾含量的提高和微生物、酶活性的增强,提高了土壤肥力。

(3) 林分密度影响林木的生长和土壤养分,是森林管理的核心问题之一。火力楠和红苞木虽然是中性偏阳性树种,在幼林阶段有稍耐荫,可以适当密植,加速郁闭,减少杂草竞争。生产上这两种的林分密度通常较小。10 000 株/hm<sup>2</sup> 的高初植密度促进林分郁闭,提高了土壤肥力,适合劳动力充裕的地区。该密度栽植时要注意补充钾肥。随着幼树长大,个体竞争激烈时对林分要进行适当间伐。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] Boix F C, Calvo C A, Imeson A C, et al. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators[ J ]. Catena, 2001, 44: 47-67.
- [ 2 ] Schoenholtz S H, Van Miegroet H, Burger J A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities[ J ]. For. Ecol. Manage., 2000, 138: 335-356.

(下转第 114 页)

## 4 结论与建议

(1) 土地利用结构不尽合理,有待于进一步改善。从全县土地利用状况可以看出,耕地中旱地、水田占耕地总面积的绝大部分,为 99.47%。且两者在耕地中所占比重基本相同。表明洋县传统农业占有相当比重,主要是以旱地和水田为主。相对其它用地面积而言,未利用土地面积过多。未利用土地总面积为 104.40 km<sup>2</sup>,占洋县总面积的 3.27%,所占面积仅次于林地和耕地位居第三。林地总面积为 2 482.55 km<sup>2</sup> 所占面积最大,而苗圃仅占林地总面积的 0.02%,说明人工种植苗木过少。农村居民点有待合理利用。随着经济发展,大量农村劳动力大量进入城镇就业,进而农村居民点住户减少,这就使居民点用地集约程度降低。

(2) 因地制宜,调整农业结构。从坡度和海拔与不同土地利用类型之间的关系可以看出,耕地、园地、建筑用地都集中在坡度小于 8° 海拔低于 800 m 的区域,随着坡度、海拔的增大,土地利用类型就以林地和牧草地为主。可以看出当地种植的基本上都是传统农业植物。应该进一步调整优化农业结构,根据当地地理、气候特征形成以茶叶、蔬菜、桑蚕、果林、畜牧、水产等为主的农业主导产业,采取精耕细作的现代农业技术,提高单位面积的产量和质量,增加经济收益。

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [ 2 ] 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[ J ]. 经济地理, 2001, 21(1): 95-100.
- [ 3 ] 张国平, 刘纪远, 张增祥. 近 10 年来中国耕地资源的时空变化分析[ J ]. 地理学报, 2003, 58(3): 323-332.
- [ 4 ] 曾毅, 刘冬荣, 胡卫星, 等. 湖南省土地利用现状分析与评价[ J ]. 国土资源科技管理, 2005, 22(6): 54-58.
- [ 5 ] 张惠远, 赵昕奕, 蔡运龙, 等. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动力机制研究[ J ]. 地理研究, 1999, 18(2): 136-142.
- [ 6 ] 刘梦云, 李宝宏. 基于 RS 和 GIS 的小型城市土地利用动态分析: 以杨凌示范区为例[ J ]. 水土保持通报, 2007, 27(1): 34-38.
- [ 7 ] 谢高地, 成升魁, 丁贤忠. 人口增长胁迫下的全球土地利用变化研究[ J ]. 自然资源学报, 1999, 14(3): 233-241.
- [ 8 ] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[ J ]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12.
- [ 9 ] 封志明. 一个基于土地利用详查的中国土地资源利用区划新方案[ J ]. 自然资源学报, 2001, 16(4): 323-333.
- [ 10 ] 张炳宁, 彭世琪, 张月平. 县域耕地资源管理信息系统数据字典[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- (上接第 86 页)
- [ 3 ] Criquet S, Farnet A M, Tagger S, et al. Annual variations of phenoloxidase activities in an evergreen oak litter: influence of certain biotic and abiotic factors[ J ]. Soil Biol. Biochem., 2000, 32: 1505-1513.
- [ 4 ] Albiach R, Canet R, Pomanes F, et al. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil[ J ]. Biores. Tech., 2000, 75: 43-48.
- [ 5 ] Aon M A, Cabello M N, Sarena D E, et al. Spatio-temporal patterns of soil microbial and enzymatic activities in an agricultural soil[ J ]. Appl. Soil Ecol., 2001, 18: 239-254.
- [ 6 ] 杨玉盛, 李振问, 俞新妥, 等. 南平溪后杉木林取代杂木林后土壤肥力变化的研究[ J ]. 植物生态学报, 1994, 18(3): 236-242.
- [ 7 ] 孙翠玲, 朱占学, 王珍, 等. 杨树人工林地力退化及维护与提高土壤肥力技术的研究[ J ]. 林业科学, 1995, 31(6): 506-512.
- [ 8 ] 孙翠玲, 郭玉文, 朱占学, 等. 杨树混交模式养分变化及树木增长率的研究[ J ]. 林业科学研究, 1997, 10(2): 164-169.
- [ 9 ] 陈金林, 俞元春, 罗汝英, 等. 杉木、马尾松、甜槠等林分下土壤养分状况研究[ J ]. 林业科学研究, 1998, 11(6): 586-591.
- [ 10 ] 薛立, 邝立刚, 陈红跃. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[ J ]. 土壤学报, 2003, 40(2): 280-285.
- [ 11 ] 薛立, 陈红跃, 徐英宝, 等. 混交林的土壤物理性质与微生物数量及酶活性的研究[ J ]. 土壤通报, 2004, 34(2): 154-158.
- [ 12 ] 李国平, 薛立, 冼干标, 等. 阔叶幼林取代杉木林后的土壤肥力研究[ J ]. 水土保持通报, 2007, 27(6): 75-79.
- [ 13 ] 许松葵, 王相娥, 谢腾芳, 等. 不同密度大叶相思幼林对土壤肥力的影响[ J ]. 华南农业大学学报, 2008, 29(2): 79-81.
- [ 14 ] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 62-141.
- [ 15 ] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[ M ]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [ 16 ] 关松荫. 土壤酶及其研究法[ M ]. 北京: 农业出版社, 1986.